

Научная статья
УДК 330.46:658.51
EDN DRYJZD
DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(2).358-365



ДУАЛИЗМ МЕТОДОВ ИЗМЕРЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ В АНАЛИТИКЕ ПРОМЫШЛЕННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

С.В. Чупров

Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация

Информация о статье

Дата поступления
5 мая 2022 г.

Дата принятия к печати
8 июня 2022 г.

Дата онлайн-размещения
23 июня 2022 г.

Ключевые слова

Промышленный менеджмент;
производственная система;
разнообразие состояний;
упорядоченность
и неупорядоченность;
неоднородность
и нерегулярность;
информация; энтропия; эффект
функционирования системы

Аннотация

В экономическом пространстве головокружительных перемен наращивание аналитического арсенала промышленного менеджмента вызывает необходимость развития теоретико-методологических инструментов исследования количественных и качественных особенностей функционирования производственных систем. Воздействия на них случайных факторов порождают неопределенность поведения систем и привлечение статистической концепции измерения их неупорядоченности, тогда как в тени исследований и промышленного менеджмента остаются нестатистические меры оценки разнообразия уже сложившихся состояний и заложенной в них информации. Обоснование гипотезы о дуализме вероятностного и детерминированного методов становится актуальным перед лицом возрастающей динамики и хаотизации деятельности промышленных предприятий. Преследуемый в отношении производственной системы замысел исследования состоит в разработке детерминированного подхода к обобщенной оценке разнообразия ее дискретных состояний, содержащейся в их последовательности нестатистической информации и аргументации дополненности предложенного подхода к классическому энтропийному учению о неупорядоченности состояний системы и управляющей информации в ней. Методологией исследования служит инструментарий системного анализа, термодинамики, статистической физики, синергетики, теорий управления и информации, производственного менеджмента. Информационной и эмпирической базой исследования стали данные о загрузке производственных структур машиностроительного предприятия, обусловленной изготовлением широкой номенклатуры изделий. Объектом наблюдения определены промышленные предприятия, осуществляющие дискретные технологические операции. Научная новизна заключается в синтезе статистического и нестатистического подходов к измерению упорядоченности состояний и количества заложенной в их последовательности информации для производственных систем. Проведенное исследование оснащает промышленный менеджмент аналитикой функционирования производственных систем с целью повышения эффективности и устойчивости деятельности предприятий в высоко возмущенном окружении.

Original article

THE DUALISM OF INFORMATION MEASUREMENT METHODS IN INDUSTRIAL ANALYTICS MANAGEMENT

Sergey V. Chuprov

Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation

Article infoReceived
May 5, 2022Accepted
June 8, 2022Available online
June 23, 2022**Keywords**

Industrial management; production system; variety of conditions; order and disorder; heterogeneity and irregularity; information; entropy; system performance effect

Abstract

In the economic space of dizzying changes, the growth of the analytical arsenal of industrial management shows the need to develop theoretical and methodological tools to study the quantitative and qualitative features of the functioning of production systems. The impact of random factors gives rise to the uncertainty of the system's behavior and use of the statistical concept to measure their disorder, while non-statistical measures to assess current states and the information embedded in them are less prominent in research and industrial management. The hypothesis about the dualism of both — probabilistic and deterministic — methods becomes relevant in the face of increasing dynamics and chaos in the activities of industrial enterprises. The purpose of the study was to develop a deterministic approach to a generalized assessment of the variety of its discrete states, contained in their sequence of non-statistical information, and to argue for the complementarity of the proposed approach to the classical entropy doctrine of the disorder of system states and control information in it. The research methodology is system analysis, thermodynamics, statistical physics, synergetics, control and information theories, and production management. The information and empirical basis of the study was data on workload of production structures of a machine-building enterprise that manufactures a wide range of products. The objects of research are industrial enterprises that perform certain technological operations. Scientific novelty lies in the synthesis of statistical and non-statistical approaches to measure the order of the states and the amount of information embedded in their sequence for production systems. The conducted research provides industrial management with the analytics of the functioning of production systems to improve the efficiency and stability of enterprises in a highly volatile business environment.

Введение

Системная парадигма в области экономических исследований формирует повестку анализа функционирования хозяйственных структур и толкования закономерностей их поведения в симбиозе фундаментальных естественных и общественных наук. В промышленном менеджменте представляет интерес оценка последовательности дискретных состояний производственной системы с обобщением количественных и качественных параметров ее поведения. Возрастающий динамизм деятельности индустриальных предприятий становится доминантой современного развития промышленного производства с типичным для него стремительным наращиванием и обновлением номенклатуры выпускаемой продукции.

С точки зрения кибернетики производственная система характеризуется разнообразием своих состояний, которое осложняет как поведение самой системы, так и функционирование комплекса управления ею. Между тем очевидно, что измерение этого разнообразия подсчетом лишь количества различных дискретных состояний системы дает однобокую оценку, оставляя

вне анализа качественные отличия состояний. Подобный упрощенный подход является мало информативным и не может служить мерой реального поведения производственной системы. Для планирования их работы существенными становятся многообразие и мера расхождения этих состояний по длительности, под влиянием которых складывается рельеф загрузки производственной системы.

Наряду с этим комбинация ее дискретных состояний оттеняет и степень упорядоченности поведения системы и может быть интерпретирована в информационном ракурсе. Так, порядок в функционировании производственной системы выражает количество содержащейся в ней информации: повышение его в системе ассоциируется с увеличением информации, а нарастание неупорядоченности или хаоса в системе — с уменьшением информации. В продолжение этой логической нити суждений появляется потребность концептуально и математически раскрыть связь количества информации в производственной системе с эффектом ее функционирования, замыкая триаду атрибутов: «разнообразие состояний → информация → эффект системы».

Цель и задачи исследования

Цель исследования состоит в разработке детерминированного подхода к обобщенной оценке разнообразия дискретных состояний (в количественном и качественном аспектах) производственной системы, содержащейся в их комбинации нестатистической информации и аргументации дополнительности предложенного подхода к классическим энтропийному и кибернетическому учениям о неупорядоченности/упорядоченности состояний системы и поступившей в нее управляющей информации.

В этом ключе замысел исследования диктует необходимость постановки и решения следующих основных задач:

1. Осмысление с позиций вероятностной концепции статистического метода измерения неупорядоченности/упорядоченности поведения производственной системы посредством оценки и изменения ее энтропии.

2. Введение в аналитику промышленного менеджмента нестатистических показателей разнообразия дискретных состояний производственной системы для количественной и качественной оценки степени их неоднородности и нерегулярности как показателей детерминированного метода изучения функционирования систем.

3. Сравнительный анализ статистических и нестатистических показателей поведения производственной системы и количества информации в разнообразии ее состояний.

4. Концептуализация влияния этих показателей на эффект функционирования производственной системы и обоснование гипотезы о дуализме вероятностного и детерминированного методов в промышленном менеджменте.

Аналитические инструменты познания и толкования процессов в динамических системах предоставляют научные исследования таких авторов, как Л. Больцман [1], Дж. Гиббс [2], Э. Шредингер [3], И. Пригожин, Г. Николлис [4], Л. фон Берталанфи [5], Н. Винер [6], Р. Хартли [7], Дж. фон Нейман [8], К. Шеннон [9], А.Н. Колмогоров [10–12], В.В. Парин, Б.В. Бирюков, Е.С. Геллер, И.Б. Новик [13], Г. Хакен [14], В.А. Трапезников [15], С. Бир [16], У. Эшби [17], Л. Бриллюэн [18], Г. Ферстер [19].

Методология исследования

Теоретико-методологическую базу исследования образуют воззрения и модельный аппарат физических, кибернетических, экономических наук — системного анализа [5], термодинамики и статистической физики

[1; 20], синергетики [4; 14; 19], теорий управления [6; 13; 15–17] и информации [3; 6; 7; 9–13], производственного менеджмента [21; 22]. Фундаментальные идеи и приложения этих отраслей знаний к разработке экономических проблем дают возможность развивать инструментальный анализ поведения производственных систем и алгоритмическое обеспечение промышленного менеджмента.

Полученные результаты

Признано постулатом, что сложность управления производственными системами зависит от разнообразия выполняемых ими технологических операций, определяемых не только их количеством, но и качественным различием, разнородностью. Поэтому выбор и настройка алгоритма планирования работы производственной системы проводятся исходя из того, какие типы изделий и какой объем трудозатрат для их обработки или изготовления намечены в плановом периоде для этой системы. Очевидно, что поток преимущественно одинаковых или близких по конструктивно-технологическим параметрам изделий проще планировать, чем производство изделий, сильно отличающихся по типу и трудоемкости обработки или изготовления. Если состояниям производственной системы в первом случае будут свойственны в большей степени однородность и регулярность, то во втором случае, наоборот, — неоднородность и нерегулярность дискретных состояний системы.

При массовом изготовлении изделий только одного типа неоднородность и нерегулярность состояний производственной системы минимальны и в отсутствие иных состояний разнообразие их равно нулю. С изготовлением в производственной системе изделий двух типов появляются различимые состояния, и рост числа типов изделий ведет к увеличению разнообразия состояний этой системы. К тому же, чем дольше производственная система изготавливает однотипные изделия, тем меньше неоднородность состояний, и чем чаще происходит смена производимых изделий, а вслед за этим и состояний, тем последнее нерегулярнее.

Выравнивание масштабов производства (общей трудоемкости изготовления всех изделий одного типа) влечет повышение неоднородности состояний производственной системы, но при этом снижается их нерегулярность. Всякий же разброс масштабов производства разных типов изделий, с одной стороны, ведет к уменьшению неоднородно-

сти состояний производственной системы, а с другой — к росту их нерегулярности.

Эти две особенности и вызывают разнообразие состояний R производственной системы, являющееся обобщением их неоднородности R'_o и нерегулярности R'_p . Они образуют качественное отличие, рельеф загрузки производственной системы и количественно представляют собой слагаемые величины суммативного разнообразия состояний этой системы, т.е. $R = R'_o + R'_p$.

Между тем термодинамика, статистическая физика и теория информации предлагают энтропийный язык описания поведения макросистемы. В нашей аналитике производственная система с присущей ей некоторой энтропией в результате поступления в нее информации уменьшает свою энтропию и хаотизацию. Сообразно этому происходит снижение начальной неупорядоченности системы B , до величины B и, согласно В.А. Трапезникову [15, с. 6], они и количество поступившей управляющей информации I связаны экспоненциальной зависимостью:

$$\frac{B}{B_*} = e^{-\frac{I}{a}}, \quad (1)$$

где a — постоянная.

Неупорядоченность B системы характеризуется количеством возможных ее микросостояний, а количество информации I равнозначно величине устраненной энтропии и имеет вероятностную природу.

Наряду со статистической мерой информации уместно обратить внимание и на нестатистическое ее измерение [23], интерпретируя оба подхода как описательные и оценивающие приемы, дополняющие друг друга. Теоретико-методологическую выверку гипотетических построений находим в научных трудах академика А.Н. Колмогорова. В его исследованиях показано, что существует множество методов измерения информации и «различные виды информации могут быть чрезвычайно разнообразны» [10, с. 17], в частности комбинаторный, вероятностный и алгоритмический подходы к определению понятия «количество информации» [11]. При этом, по его мнению, «информация по своей природе — не специально вероятностное понятие» [13, с. 43] и «представляется важной задача освобождение всюду, где это возможно, от излишних вероятностных допущений» [12, с. 228].

Сошлемся и на авторитетное суждение Дж. фон Неймана о двух частях в теории информации. Уже в 1949 г. в его лекциях по

теории и организации сложных автоматов он полагал, что «теория информации состоит из двух частей: точной и вероятностной. Вероятностная часть наиболее важна для современной вычислительной техники, а точная часть служит необходимым введением к ней. Эта точная часть теории информации представляет собой просто иной способ работы с формальной логикой» [8, с. 62].

На этом основании можем предположить, что наряду с классической вероятностной трактовкой информации допускается также невероятностная, когда перед нами лишенная случайности последовательность состояний системы. Тогда детерминированная комбинация состояний производственной системы может быть оценена посредством показателей их неоднородности и нерегулярности.

Примечательность проведенного автором [24, с. 200] анализа вводимых нестатистических показателей разнообразия состояний производственной системы в том, что для текущей неоднородности состояний R'_o , ее максимально возможного значения $R'_{o\max}$ и нерегулярности состояний R'_p соблюдается примерное равенство:

$$\frac{R'_o}{R'_{o\max}} \approx e^{-R'_p}. \quad (2)$$

Сходство выражений (1) и (2) и показателей степени ($-\frac{I}{a}$ и $-R'_p$ соответственно) при величине e (основании натурального логарифма) наводит на мысль относительно нестатистической информации, содержащейся в комбинации состояний производственной системы. Эта информация есть не что иное, как нерегулярность ее состояний R'_p . Тем самым понятия поступившей в систему информации и существующей нерегулярности ее состояний становятся по формальным соображениям аналогами, отражая свойство нерегулярности фиксировать в себе разнообразие состояний в зависимости от типов изделий и профиля загрузки производственной системы. Такой нестатистический подход к анализу упорядоченности состояний системы придает достаточную полноту вербальному и математическому описанию организованности ее поведения.

Дуализм вероятностного и детерминированного методов измерения количества информации в последовательности состояний производственной системы дает повод для сравнительного анализа зависимости эффекта функционирования системы от

параметров как статистической, так и не-статистической информации. Первая из них оценивается энтропийной мерой и опирается на показатель неупорядоченности состояний в концепции В.А. Трапезникова, вторая основывается на детерминированных показателях неоднородности и нерегулярности состояний системы.

Трансформируем приближенное равенство (2) к удобному для анализа виду, для чего умножим его левую и правую части на (-1) и добавим к каждой из них по единице:

$$1 - \frac{R'_o}{R'_{o\max}} \approx 1 - e^{-R'_p}. \quad (3)$$

Полученное выражение повторяет формулу для определения энтропийной меры порядка, предложенной Г. Ферстером. Здесь показатель R'_o представлен энтропией источника информации H , а $R'_{o\max}$ — максимально возможной энтропией H_m [19, с. 122]. Легко увидеть, что при равенстве величин энтропий $H = H_m$ мера порядка минимальна и принимает нулевое значение, тогда как при $H = 0$ эта мера максимальна и равна единице.

Обозначим соотношение (3) символом G :

$$G = 1 - \frac{R'_o}{R'_{o\max}} \approx 1 - e^{-R'_p} \quad (4)$$

и укажем на сходство с мерой порядка Г. Ферстера. Вслед за ней величина G также ограничена интервалом от 0 до 1. В этом интервале кривая функции $1 - e^{-R'_p}$ с $R'_p \rightarrow 1$ направлена по экспоненте выпуклостью вверх, имея асимптотой единицу. Если в пределе левая часть соотношения (4) может равняться единице, то правая часть стремится к ней, что и объясняет знак приблизительного соответствия (\approx) между ними.

Резонное утверждение, что неупорядоченность управляемого комплекса влечет неполное использование эффекта его функционирования \mathcal{E} , в модели В.А. Трапезникова выражено формулой:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max}[1 - f(B)],$$

где \mathcal{E}_{\max} — эффект идеально функционирующего комплекса (предельно возможный эффект); $f(B)$ — некоторая функция неупорядоченности [15, с. 7].

Последующие выкладки приводят к выражению (5) зависимости эффекта \mathcal{E} функционирования управляемого комплекса от накопленной в нем управляющей информации I [там же, с. 7], графически отображенной на рис. 1:

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max}(1 - B_0 e^{-\frac{I}{I_0}}), \quad (5)$$

где B_0 — неупорядоченность управляемого комплекса в исходном состоянии; I_0 — объем информации, характерный для данного объекта управления.

Вернемся к примерному равенству (2) и перепишем в виде

$$R'_o \approx R'_{o\max} e^{-R'_p}, \quad (6)$$

отмечая его подобие с вычитаемым $B_0 e^{-\frac{I}{I_0}}$ в вероятностной модели (5). Примем гипотезу, что и для детерминированной модели существует функция неупорядоченности $f(R)$, определяемая разнообразием состояний R производственной системы.

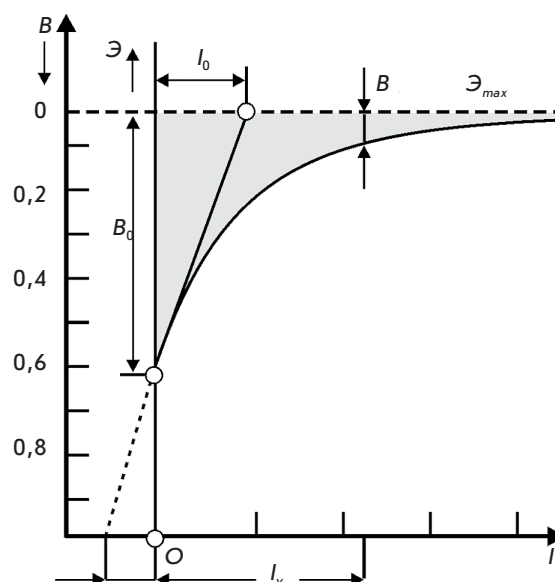


Рис. 1. Эффект управляемого комплекса в зависимости от количества управляющей информации по В.А. Трапезникову

С учетом динамики показателя неоднородности состояний R'_o (6) констатируем, что функции неупорядоченности — вероятностная $f(B)$ и детерминированная $f(R)$ — обладают схожими свойствами изменения их величин.

Во-первых, функции $f(B)$ и $f(R)$ зависимы от количества возможных микросостояний системы. При этом детерминированная функция $f(R)$ более емкая, поскольку «чувствительна» также к качественной специфике загрузки производственной системы (имеется в виду степень расхождения состояний по длительности пребывания в них системы из-за разброса масштабов производства в ней изделий различных типов) (рис. 2).

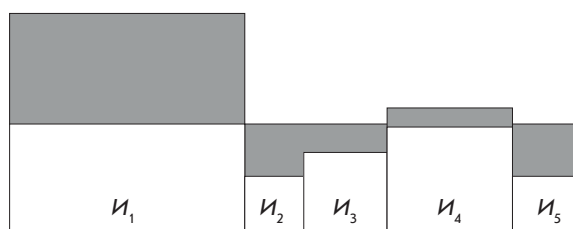


Рис. 2. Изготовление изделий I_1 – I_5 пяти типов, масштабы производства (площади квадратов) которых заметно отличаются

Во-вторых, величины функций $f(B)$ и $f(R)$ снижаются при уменьшении количества хаотических состояний и растут с увеличением множества состояний системы, когда количество информации в системе падает. К тому же, как и R'_o (6), функция $f(R) \rightarrow \max$, а $f(B) \rightarrow \min$ по мере выравнивания масштабов производства или, что тоже самое, сближения длительностей состояний системы.

В-третьих, их предельные значения имеют одинаковое ограничение, равное единице: $f(B) < 1$ и $f(R) < 1$, с учетом неравенства $R'_o < 1$.

В-четвертых, допуская с известной условностью отсутствие в производственной системе управляющей информации ($I = 0$), определим, что по формуле (5) эффект функционирования системы $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\max}(1 - B_o)$ падает до величины, определяемой B_o (см. нижнюю ветвь кривой на рис. 1).

Аналогичный результат имеем, когда при равенстве масштабов производства изделий разных типов (что статистически означает равновероятность состояний и максимальную энтропию системы) показатель нерегулярности равен нулю ($R'_o = 0$), при этом максимизируется неоднородность ($R'_o \rightarrow 1$) и разнообразие состояний в целом производственной системы ($R = R'_o + R'_p \rightarrow 1$), вследствие чего $f(R) \rightarrow 1$ и $\mathcal{E} \rightarrow \min$. Из-за множества типов запускаемых в производство изделий состояния системы динамизируются и «перемешиваются», растут риски хаотизации технологического процесса, срывов и аритмии в потоках меняющихся ресурсов, возникают рассогласования в действиях персонала. По сравнению с массовым однородным производством при наступлении этих аномалий снижается упорядоченность и эффект функционирования производственной системы.

И, в-пятых, в вероятностной модели (5) уменьшение числа состояний системы при нарастании в ней количества управляющей информации и «вытеснении» энтропии си-

стемы ведет к экспоненциальному росту величины эффекта ее функционирования \mathcal{E} (см. верхнюю ветвь кривой на рис. 1). Подобно этому в детерминированной модели (2) при отказе от многономенклатурности и изготовлении изделий одного типа показатели неоднородности и нерегулярности равны нулю ($R'_o = 0$, $R'_p = 0$), разнообразие состояний производственной системы нулевое ($R = R'_o + R'_p = 0$), тогда $\mathcal{E} \rightarrow \max$.

Словом, беглый анализ статистических и нестатистических подходов к неупорядоченности/упорядоченности состояний и измерению количества информации в поведении производственной системы демонстрирует сходство как изменения энтропийных характеристик и разнообразия ее состояний, так и их влияния на эффект функционирования системы. Тем самым, когда правомерно абстрагироваться от случайных воздействий на производственную систему и обойти строгие требования к сбору и обработке статистических данных, можно воспользоваться детерминированными аналогами вероятностных характеристик энтропии и неупорядоченности системы — показателями разнообразия ее состояний.

Обсуждение результатов

Универсальность кибернетической парадигмы разнообразия состояний системы позволяет раскрывать их динамику и вводить статистические и нестатистические меры упорядоченности процессов, давая возможность как дифференцировать их, так и интегрировать для целей анализа функционирования производственных систем. В рамках вероятностной картины изучения их поведения мерой неупорядоченности системы служит ее энтропия, в контексте детерминированного подхода — неоднородность и нерегулярность состояний системы как слагаемые показателя их разнообразия. Осмысление динамики этих характеристик обнаруживает сходство изменения статистических и нестатистических показателей и их влияния на эффект функционирования производственных систем.

В комплексе этих взаимодополняющих характеристик достигается полнота описания поведения систем, благодаря чему расширяется знание о свойствах и закономерностях развития промышленных структур. Гипотеза о дуализме вероятностного и детерминированного методов измерения неупорядоченности/упорядоченности состояний и количества содержащейся в их комбинации информации отвечает логике системного

синтеза аспектных показателей и в единстве с количественными позволяет оценить качественные черты последовательности состояний производственной системы.

Выводы

В бизнес-среде напористых возмущений необходимость объективизации поведенческих характеристик производственных систем побуждает наряду с классическими вероятностными методами анализа функционирования системы обосновать и детерминированные, обладающие более емкой оценкой качественных особенностей комбинации ее состояний. В результате удастся преодолеть одностороннее ее оценивание и обсудить гипотезу о действии принципа дополнительности статистических и

нестатистических показателей неупорядоченности/упорядоченности поведения системы, когда лишь «в связке» они дают целостное представление о специфике ее функционирования. Вместе с тем в изучении упорядоченности состояний производственной системы и содержащейся в ее комбинации информации проявляет себя дуализм вероятностного и детерминированного аналитических методов промышленного менеджмента.

Следующим шагом исследования становится изучение зависимости эффекта функционирования производственной системы от характеристик режима ее поведения и объема информации в комбинации состояний системы в контексте энтропийного и предлагаемого в статье методов.


СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Больцман Л. Статьи и речи / Л. Больцман. — Москва : Наука, 1970. — 406 с.
2. Гиббс Дж.В. Термодинамика. Статистическая механика / Дж.В. Гиббс. — Москва : Наука, 1982. — 584 с.
3. Шредингер Э. Что такое жизнь с точки зрения физики? / Э. Шредингер. — Москва : Гос. изд-во иностр. лит., 1947. — 146 с.
4. Николис Г. Познание сложного : введение / Г. Николис, И. Пригожин. — 2-е изд., стер. — Москва : Едиториал УРСС, 2003. — 344 с.
5. Берталанфи Л. фон. Общая теория систем: критический обзор / Л. Фон Берталанфи // Исследования по общей теории систем. — Москва : Прогресс, 1969. — С. 23–82.
6. Винер Н. Кибернетика, или Управление и связь в животном и машине / Н. Винер. — 2-е изд. — Москва : Наука, 1983. — 341 с.
7. Хартли Р. Передача информации / Р. Хартли // Теория информации и ее приложения : сб. пер. — Москва, 1959. — С. 5–35.
8. Нейман Дж. фон. Теория самовоспроизводящихся автоматов / Дж. Фон Нейман. — Москва : Мир, 1971. — 382 с.
9. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике : сб. ст. / К. Шеннон. — Москва : Изд-во иностр. лит., 1963. — 829 с.
10. Колмогоров А.Н. Теория передачи информации / А.Н. Колмогоров // Избранные труды. В 6 т. Т. 3. Теория информации и теория алгоритмов. — Москва, 2005. — С. 10–35.
11. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия «количество информации» / А.Н. Колмогоров // Избранные труды. В 6 т. Т. 3. Теория информации и теория алгоритмов. — Москва, 2005. — С. 187–196.
12. Колмогоров А.Н. К работам по теории информации и некоторым ее применениям / А.Н. Колмогоров // Избранные труды. В 6 т. Т. 3. Теория информации и теория алгоритмов. — Москва, 2005. — С. 227–261.
13. Проблемы кибернетики: некоторые итоги и проблемы философско-методологических исследований / В.В. Парин, Б.В. Бирюков, Е.С. Геллер, И.Б. Новик. — Москва : Знание, 1969. — 176 с.
14. Хакен Г. Информация и самоорганизация. Макроскопический подход к сложным системам / Г. Хакен. — 2-е изд., доп. — Москва : КомКнига, 2005. — 248 с. — EDN QJPF5B.
15. Трапезников В.А. Управление и научно-технический прогресс / В.А. Трапезников. — Москва : Наука, 1983. — 224 с.
16. Бир С. Кибернетика и управление производством / С. Бир. — 2-е изд., доп. — Москва : Наука, 1965. — 392 с.
17. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. — Москва : Изд-во иностр. лит., 1959. — 432 с.
18. Бриллюэн Л. Научная неопределенность и информация / Л. Бриллюэн. — Москва : Мир, 1966. — 271 с.
19. Ферстер Г. О самоорганизующихся системах и их окружении / Г. Ферстер // Самоорганизующиеся системы : сб. докл. — Москва : Мир, 1964. — С. 113–139.
20. Второе начало термодинамики : сб. работ / С. Карно, В. Томсон-Кельвин, Р. Клаузиус [и др.]. — 2-е изд. — Москва : Изд-во ЛКИ, 2007. — 312 с. — EDN QJSLVT.
21. Соколицын С.А. Организация и оперативное управление машиностроительным производством / С.А. Соколицын, Б.И. Кузин. — Ленинград : Машиностроение, 1988. — 527 с.
22. Гришина Н.А. Развитие эффективной организации и управления производством : учеб. пособие / Н.А. Гришина, Е.И. Попов, Р.Л. Сатановский. — Иркутск : Изд-во ИПИ, 1991. — 59 с.
23. Чупров С.В. Нестатистическая информация и ее применение в управлении производственными системами / С.В. Чупров. — EDN OWAQLV // Проблемы управления. — 2012. — № 2. — С. 64–69.
24. Чупров С.В. Управление устойчивостью производственных систем: теория, методология, практика / С.В. Чупров. — 2-е изд., испр. и доп. — Иркутск : Изд-во БГУЭП, 2012. — 354 с. — EDN QVIBCL.


REFERENCES

1. Boltzmann L. *Articles and Speeches*. Moscow, Nauka Publ., 1970. 406 p.
2. Gibbs J.W. *Thermodynamics. Statistical Mechanics*. Moscow, Nauka Publ., 1982. 584 p.
3. Schrödinger E. *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Cambridge University Press, 1945. 91 p. (Russ. ed.: Schrödinger E. *What is Life? The Physical Aspect of the Living Cell*. Moscow, Gosudarstvennoe Izdatel'stvo Inostrannoi Literatury Publ., 1947. 146 p.).
4. Nicolis G. *Exploring Complexity*. New York, W.H. Freeman Publ., 1989. 313 p. (Russ. ed.: Nicolis G., Prigogine I. *Exploring Complexity*. 2nd ed. Moscow, Editorial URSS Publ., 2003. 344 p.).
5. Bertalanffy L. von. General System Theory. A Critical Review. *General Systems*. 1962, vol. VII, pp. 1–20. (Russ. ed.: Bertalanffy L. von. General System Theory. A Critical Review. In *General Systems*. Moscow, Progress Publ., 1969, pp. 23–82.).
6. Norbert W. *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. New York, M.I.T. Press, 1948. 212 p. (Russ. ed.: Norbert W. *Cybernetics: Or Control and Communication in the Animal and the Machine*. Moscow, Nauka Publ., 1983. 341 p.).
7. Hartley R. Transmission of Information. *Bell System Technical Journal*, 1928, vol. 7, pp. 535–563. (Russ. ed.: Hartley R. Transmission of Information. In *Information Theory and its Applications*. Moscow, 1959, pp. 5–35.).
8. Neumann J. von *Theory of Self-Reproducing Automata*. Urbana, University of Illinois Press, 1966. 403 p. (Russ. ed.: Neumann J. von *Theory of Self-Reproducing Automata*. Moscow, Mir Publ., 1971. 382 p.).
9. Shannon K. *Works on Information Theory and Cybernetics*. Moscow, Izdatel'stvo Inostrannoi Literatury Publ., 1963. 829 p.
10. Kolmogorov A.N. Information Transfer Theory. *Selected Works*. Moscow, 2005, vol. 3, pp. 10–35. (In Russian).
11. Kolmogorov A.N. Three Approaches to the Definition of the Concept of «Quantity of Information». *Selected Works*. Moscow, 2005, vol. 3, pp. 187–196. (In Russian).
12. Kolmogorov A.N. To Works on Information Theory and Some of its Applications. *Selected Works*. Moscow, 2005, vol. 3, pp. 227–261. (In Russian).
13. Parin V.V., Biryukov B.V., Geller E.S., Novik I.B. *Problems of Cybernetics*. Moscow, Znanie Publ., 1969. 176 p.
14. Haken G. *Information and Self-Organization: A Macroscopic Approach to Complex Systems*. Springer Science & Business Media, 2006. 258 p. (Russ. ed.: Haken G. *Information and Self-Organization: A Macroscopic Approach to Complex Systems*. 2nd ed. Moscow, KomKniga Publ., 2006. 258 p. EDN: QJPFSB).
15. Trapeznikov V.A. *Management and Scientific and Technological Progress*. Moscow, Nauka Publ., 1983. 224 p.
16. Beer S. *Cybernetics and Management*. 2nd ed. London, English Universities Press, Ltd., 1959. 214 p. (Russ. ed.: Beer S. *Cybernetics and Management*. 2nd ed. Moscow, Nauka Publ., 1965. 392 p.).
17. Ashby W.R. *An Introduction to Cybernetics*. London, Chapman and Hall, 1956. 295 p. (Russ. ed.: Ashby W.R. *An Introduction to Cybernetics*. Moscow, Izdatel'stvo Inostrannoi Literatury Publ., 1959. 432 p.).
18. Brillouin L. *Scientific Uncertainty and Information*. New York, Academic Press, 1964. 164 p. (Russ. ed.: Brillouin L. *Scientific Uncertainty and Information*. Moscow, Mir Publ., 1966. 271 p.).
19. Foerster H. von. On Self-Organizing Systems and their Environments. *Self-Organizing Systems*. London, Pergamon Press, 1960, pp. 31–50. (Russ. ed.: Foerster H. von. On Self-Organizing Systems and their Environments. *Self-Organizing Systems*. Moscow, Mir Publ., 1964, pp. 113–139.).
20. Carno S., Thomson-Kelvin W., Clausius R., Boltzmann L., Smolukhovskiy M. *The Second Law of Thermodynamics*. 2nd ed. Moscow, LKI Publ., 2007. 312 p. EDN: QJSLVT.
21. Sokolitsyn S.A., Kuzin B.I. *Organization and Operational Management of Machine-Building Production*. Leningrad, Mashinostroenie Publ., 1988. 527 p.
22. Grishina N.A., Popov E.I., Satanovsky R.L. *Development of Effective Organization and Management of Production*. Irkutsk, IPI Publ., 1991. 59 p.
23. Chuprov S.V. Non-Statistical Information and its Application in the Management of Production Systems. *Problemy upravleniya = Control Sciences*, 2012, no. 2, pp. 64–69. (In Russian).
24. Chuprov S.V. *Management of Stability of Production Systems: Theory, Methodology, Practice*. 2nd ed. Irkutsk, Baikal State University of Economics and Law Publ., 2012. 354 p. EDN: QVIBCL.

Информация об авторе

Чупров Сергей Витальевич — доктор экономических наук, профессор, кафедра менеджмента и сервиса, Байкальский государственный университет, г. Иркутск, Российская Федерация, e-mail: ChuprovSV@yandex.ru;  <https://orcid.org/0000-0001-8581-9733>; SPIN-код: 8899-5089; AuthorID РИНЦ: 252118.

Author

Sergey V. Chuprov — D.Sc. in Economics, Professor, Department of Management and Service, Baikal State University, Irkutsk, the Russian Federation, e-mail: ChuprovSV@yandex.ru;  <https://orcid.org/0000-0001-8581-9733>; SPIN-Code: 8899-5089; AuthorID RSCI: 252118.

Для цитирования

Чупров С.В. Дуализм методов измерения информации в аналитике промышленного менеджмента / С.В. Чупров. — DOI 10.17150/2500-2759.2022.32(2).358-365. — EDN DRYJZD // Известия Байкальского государственного университета. — 2022. — Т. 32, № 2. — С. 358–365.

For Citation

Chuprov S.V. The Dualism of Information Measurement Methods in Industrial Analytics Management. *Izvestiya Baikal'skogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Baikal State University*, 2022, vol. 32, no. 2, pp. 358–365. (In Russian). EDN: DRYJZD. DOI: 10.17150/2500-2759.2022.32(2).358-365.